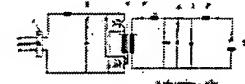


**Arc welding appts. with resonance switching circuit**

**Patent number:** DE4411227  
**Publication date:** 1995-10-05  
**Inventor:** SZCZESNY MICHAEL (DE)  
**Applicant:** MUENDERSBACH ELEKTROWERK (DE)  
**Classification:**  
- **international:** B23K9/10  
- **European:** B23K9/10A3 H02M3/335D  
**Application number:** DE19944411227 19940331  
**Priority number(s):** DE19944411227 19940331

[Report a data error here](#)**Abstract of DE4411227**

The arc welding appts. comprises an inverter current source with a grid-fed rectifier (1), an intermediate circuit (2), a current transformer (4) switched from the primary side, and a rectifier (5) connected to a welding process (9). Switching of the transformer (4) takes place by means of semiconductor switches (T1,T2) which are electrically conductive over a given switching interval (T). The appts. is characterised by the fact that the transformer (4) is provided with a resonance switching circuit (LR, CR) whose resonance frequency (f) is higher than (1/2T). The resonance circuit is a current resonance circuit, with switching of the current transformer taking place at time instants with zero current in the resonance circuit. Alternatively, it is a voltage resonance circuit. In this case switching of the transformer takes place at time instants with zero voltage in the resonance circuit. The inductive element (LR) of the resonance circuit is formed by the scatter inductivity of the transformer (4). The resonance circuit can be located on either the primary or the secondary side of the transformer.

$$f_R = \frac{1}{2\pi\sqrt{LR}} \Rightarrow \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{scat}R}}$$


Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide



⑯ Aktenzeichen: P 44 11 227.0  
⑯ Anmeldetag: 31. 3. 94  
⑯ Offenlegungstag: 5. 10. 95

⑯ Anmelder:  
EWM Elektrowerk Mündersbach  
Verwaltungsgesellschaft mbH, 56271 Mündersbach,  
DE  
⑯ Vertreter:  
Cohausz & Florack, 40472 Düsseldorf

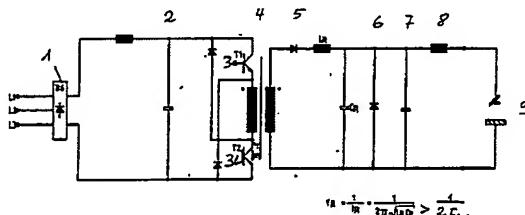
⑯ Erfinder:  
Szczesny, Michael, 56271 Mündersbach, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Lichtbogenschweißgerät mit Resonanzschaltkreis

⑯ Die Erfindung betrifft ein Lichtbogenschweißgerät, bestehend aus einer Inverterstromquelle mit einem netzspannungsgespeisten Gleichrichter 1, einem Zwischenkreis 2, einem primärseitig getakteten Stromwandler 4 und einem sekundärseitig des Stromwandlers 4 angeordneten Gleichrichter 5, an den ein Schweißprozeß 9 angekoppelt ist, wobei die Taktung des Stromwandlers 4 über Halbleiterschalter T1, T2 erfolgt, die während eines vorgegebenen Schaltintervalls  $T_{ein}$  elektrisch leitend sind. Eine Heraufsetzung der Schaltfrequenz des Stromwandlers 4 aufgrund ausgeschalteter Schaltverluste ist dadurch möglich, daß dem getakteten Stromwandler 4 ein Resonanzschaltkreis  $L_R, C_R$  zugeordnet ist, dessen Resonanzfrequenz  $f_R$  mit dem vorgegebaren Schaltintervall der Halbleiterschalter T1, T2 in Verbindung steht nach der Beziehung

$$f_R = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_R C_R}} > \frac{1}{2 T_{ein}}$$



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Lichtbogenschweißgerät bestehend aus einer Inverterstromquelle mit einem netzspannungsgespeisten Gleichrichter, einem Zwi-schenkreis einem primärseitig getaktetem Stromwandler und einem sekundärseitig des Stromwandlers angeordneten Gleichrichter, an den ein Schweißprozeß angekoppelt ist, wobei die Taktung des Stromwandlers über Halbleiterschalter erfolgt, die während eines vorgegebenen Schaltintervalls elektrisch leitend sind.

Ein Lichtbogenschweißgerät der eingangs genannten Art ist aus der DE P 41 28 175 bekannt. Dieses verfügt über eine Inverterstromquelle zur Versorgung des Schweißprozesses. Es ist nun erwünscht, ein solches Lichtbogenschweißgerät mit einer möglichst großen Schaltfrequenz des Stromwandlers zu betreiben. Dem sind allerdings in der Praxis Grenzen gesetzt dadurch, daß bei jedem Schaltvorgang in den Halbleiterschaltern Schaltverluste entstehen. Daher sind diese Schaltverluste frequenzproportional, so daß eine Erhöhung der Schaltfrequenz gleichbedeutend ist mit einer Erhöhung der Schaltverluste.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art dahingehend weiterzuentwickeln, daß sie mit einer höheren Schaltfrequenz betrieben werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß dem getakteten Stromwandler ein Resonanzschaltkreis zugeordnet ist, dessen Resonanzfrequenz mit dem vorgegebenen Schaltintervall der Halbleiterschalter in Verbindung steht nach der Beziehung

$$f_R = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_R C_R}} \quad \frac{1}{2 t_{ein}}$$

Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, die bekannte Inverterstromquelle um einen Resonanzkreis erweitert ist, dessen Eigenfrequenz so bemessen ist, daß der im Resonanzkreis fließende Strom bzw. die an ihm anliegende Spannung auf Null geführt wird, bevor der nächste Schaltvorgang im Halbleiterschalter T1 bzw. T2 stattfindet. Dadurch, daß eine der beiden Größen Strom oder Spannung im Umschaltzeitpunkt des Transistors Null ist, sind auch die Schaltverluste zu diesem Zeitpunkt Null. Dies bedeutet, daß das Lichtbogenschweißgerät mit einer höheren Stromwandlerfrequenz betrieben werden kann. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die EMV-Störstrahlung wesentlich verringert wird, weil das Ausschalten der Transistoren T1 und T2 entweder bei  $I = 0$  A oder  $U = 0$  V erfolgt, so daß kein  $di/dt$  oder  $du/dt$  auftaucht. Es spielt dabei erfindungsgemäß keine Rolle, ob der Resonanzschaltkreis sekundär- oder primärseitig im Bezug auf den Stromwandler angeordnet ist. Entscheidend ist die frequenzmäßige Zuordnung im Bezug auf das Schaltintervall der Halbleiterschalter des Stromwandlers entsprechend den oben dargestellten Bedingungen.

Dabei sind als Varianten denkbar, daß entweder ein Stromresonanzschaltkreis verwendet wird, wobei die Halbleiterschalter geschaltet werden, wenn der Schwingkreisstrom zu Null geworden ist, oder ein Spannungsresonanzschaltkreis, bei dem dann geschaltet wird, wenn die Spannung am Resonanzkreis zu Null geworden ist.

Für die Realisierung des erfindungsgemäßen Schweißgerätes eignen sich als Halbleiterschalter vorzugsweise IGBT's, da bei Schaltern dieser Art die frequenzabhängigen Verluste ansonsten merklich sind.

5 Eine weitere besondere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß das induktive Element des Resonanzschaltkreises durch die Streuinduktivität des Stromwandlers gebildet ist. Dies führt zu einer Bauteilevereinfachung, da zur Bildung des Resonanzkreises nur noch ein Kondensator ergänzt werden muß.

10 Die erfindungsgemäße Lösung läßt sich für alle Arten von Stromwandlern realisieren, beispielsweise für Ein-taktwandler, Doppel-Durchflußwandler, Brückenwandler oder Halbbrückenwandler.

15 Die Erfindung wird im folgenden anhand einer ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert.

Dabei zeigen:

Fig. 1 ein Schaltkreisdiagramm eines Ausführungsbeispiels für ein erfindungsgemäßes Lichtbogen-schweißgerät und

Fig. 2 zeitliche Signalverläufe zur Erläuterung der Funktion des Schaltkreises nach Fig. 1.

Fig. 1 zeigt einen von einem Dreiphasennetz L1, L2, 25 L3 gespeisten Gleichrichter 1, der einen einen Zwi-schenkreis bildenden Kondensator 2 über eine zwi-schengeschaltete Induktivität speist. Der Zwischenkreis 2 versorgt seinerseits einen ihm nachgeordneten Stromwandler 4. Der Stromwandler 4 wird primärseitig über Halbleiterschalter 3a, 3b getaktet derart, daß primärseitig eine Taktfrequenz im Mittelfrequenzbereich (25 bis 30 100 kHz) entsteht.

Sekundärseitig ist der Stromwandler 4 an eine Gleichrichterdiode angeschlossen, der ein aus einer Reihe 35 hinduktivität  $L_R$  und einem parallel angeordneten Kondensator  $C_R$  gebildeter Schwingkreis nachgeordnet ist.

Parallel zum Schwingkreiskondensator  $C_R$  ist eine Freilaufdiode 6 angeordnet. An den Ausgang dieser so 40 ausgebildeten Inverterstromquelle ist über eine Kapazi-tät 7 und eine Induktivität 8 ein Schweißprozeß 9 ange-schlossen, welcher durch eine Schweißelektrode und ei-nen Massenanschluß zeichnerisch dargestellt ist.

Die Ansteuerung der Halbleiterschalter T1 bzw. T2 45 (3a, 3b) erfolgt über nicht dargestellte Ansteuereinrich-tungen. Das rechteckförmige Steuersignal für die Halbleiterschalter T1 bzw. T2 ist im oberen Diagramm von Fig. 2 dargestellt. Dem Impulsdiaagramm ist entnehmbar, daß der Rechteckimpuls eine bestimmte Breite auf-weist, die dem Schaltintervall der vorzugsweise als IGBT's ausgebildeten Halbleiterschalter T1, T2 ent-spricht. Außerhalb der Schaltintervalle ist das Aussteu-ersignal für die Transistoren T1, T2 auf den niedrigen Wert der Basisspannung begrenzt.

55 Der im mittleren Bild in Fig. 2 dargestellte Verlauf zeigt die am Halbleiterschalter T2 anliegende Kollek-tor-Emitterspannung  $U_T$ , welche ihrem Verlauf nach dem im oberen Diagramm dargestellten Aussteuersignal entspricht.

60 Aufgrund des dem Stromwandler 4 zugeordneten Re-sonanzschaltkreises, der aus den Elementen  $L_R$  und  $C_R$  besteht, weist der Kollektorstrom des Halbleiterschal-ters T2 den im unteren Diagramm in Fig. 2 dargestellten zeitlichen Verlauf auf. Dieser folgt einer Sinusfunktion, 65 nachdem der Halbleiterschalter T2 durch den Span-nungssprung an der Basis durchgeschaltet wurde. Der Strom durchläuft nun gemäß dem Diagramm zunächst sein Maximum und klingt dann auf den Wert Null ab.

Dieser Wert wird noch entlang eines kurzen Zeitabschnittes beibehalten, bevor das Ausschalten des Halbleiterschalters T2 erfolgt. Im Zeitbereich zwischen dem Abklingen des Stromes auf Null und dem Umschalten wird der Strom zwangsweise auf Null gehalten.

Die im unteren Diagramm von Fig. 2 dargestellte Bedingung des Herabföhrens des Stroms  $i_T$  auf Null, bevor der Ausschaltvorgang am Halbleiterschalter T2 erfolgt, kann nur dann erreicht werden, wenn die Ungleichung

$$f_R = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_R C_R}} < \frac{1}{2 t_{ein}}$$

erfüllt ist.

Dabei ist eine Mindestreserve an verbleibendem Zeitintervall erforderlich, damit der Strom sicher auf Null geführt ist, so daß keine Schaltverluste entstehen.

#### Patentansprüche

1. Lichtbogenschweißgerät bestehend aus einer Inverterstromquelle mit einem netzspannungsgespeisten Gleichrichter (1), einem Zwischenkreis (2), einem primärseitig getaktetem Stromwandler (4) und einem sekundärseitig des Stromwandlers (4) angeordneten Gleichrichter (5), an den ein Schweißprozeß (9) angekoppelt ist, wobei die Taktung des Stromwandlers (4) über Halbleiterschalter (T1, T2) erfolgt, die während eines vorgegebenen Schaltintervalls ( $T_{ein}$ ) elektrisch leitend sind, dadurch gekennzeichnet, daß dem getakteten Stromwandler (4) ein Resonanzschaltkreis ( $L_R, C_R$ ) zugeordnet ist, dessen Resonanzfrequenz ( $f_R$ ) mit dem vorgegebenen Schaltintervall der Halbleiterschalter (T1, T2) in Verbindung steht nach der Beziehung

$$f_R = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_R C_R}} > \frac{1}{2 t_{ein}}$$

2. Lichtbogenschweißgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Resonanzkreis ein Stromresonanzkreis ist, wobei die Taktung des Stromwandlers jeweils zu einem Zeitpunkt erfolgt, zu dem der Strom ( $i_T$ ) im Resonanzkreis zu Null geworden ist.

3. Lichtbogenschweißgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Resonanzkreis ein Spannungsresonanzkreis ist, wobei die Taktung des Stromwandlers jeweils zu einem Zeitpunkt erfolgt, zu dem die Spannung ( $u_T$ ) im Resonanzkreis zu Null geworden ist.

4. Lichtbogenschweißgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Halbleiterschalter (T1, T2) IGBT's sind.

5. Lichtbogenschweißgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das induktive Element ( $L_R$ ) des Resonanzschaltkreises durch die Streuinduktivität des Stromwandlers (4) gebildet ist.

6. Lichtbogenschweißgerät nach einem der vorher-

gehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Resonanzschaltkreis auf der Sekundärseite des Stromwandlers (4) angeordnet ist.

7. Lichtbogenschweißgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Resonanzschaltkreis auf der Primärseite des Stromwandlers angeordnet ist.

8. Lichtbogenschweißgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Stromwandler (4) ein Eintaktwandler ist.

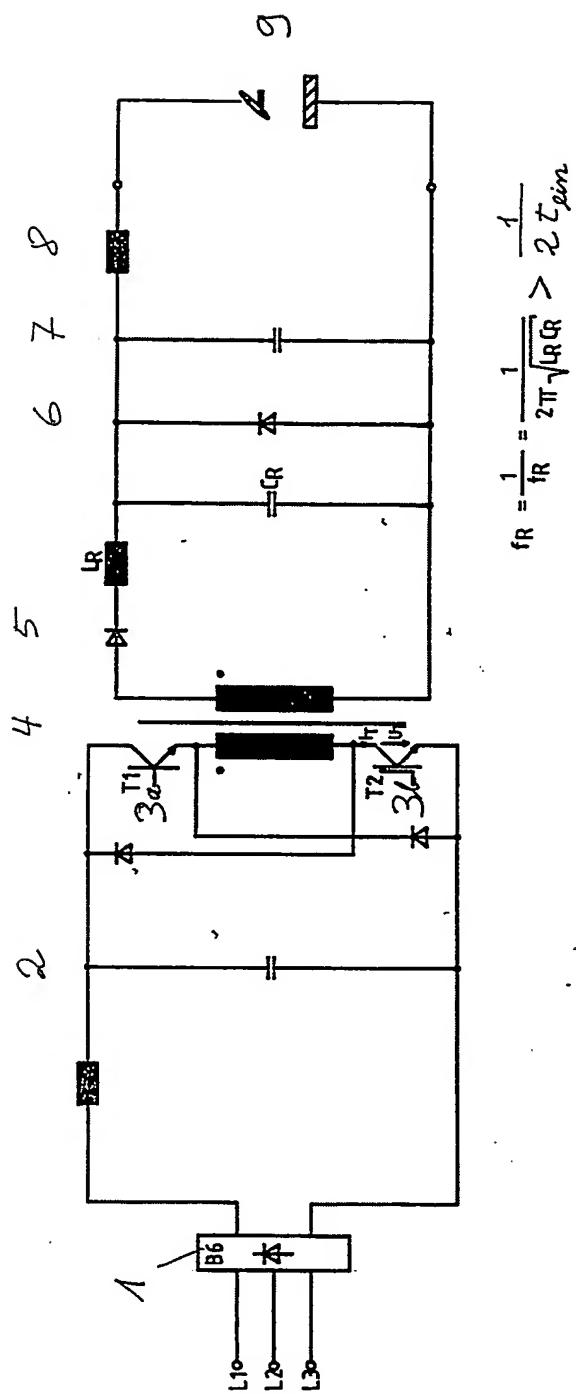
9. Lichtbogenschweißgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Stromwandler ein Doppel-Durchflußwandler ist.

10. Lichtbogenschweißgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Stromwandler ein Brückenzwischenwandler ist.

11. Lichtbogenschweißgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Stromwandler ein Halbbrückenwandler ist.

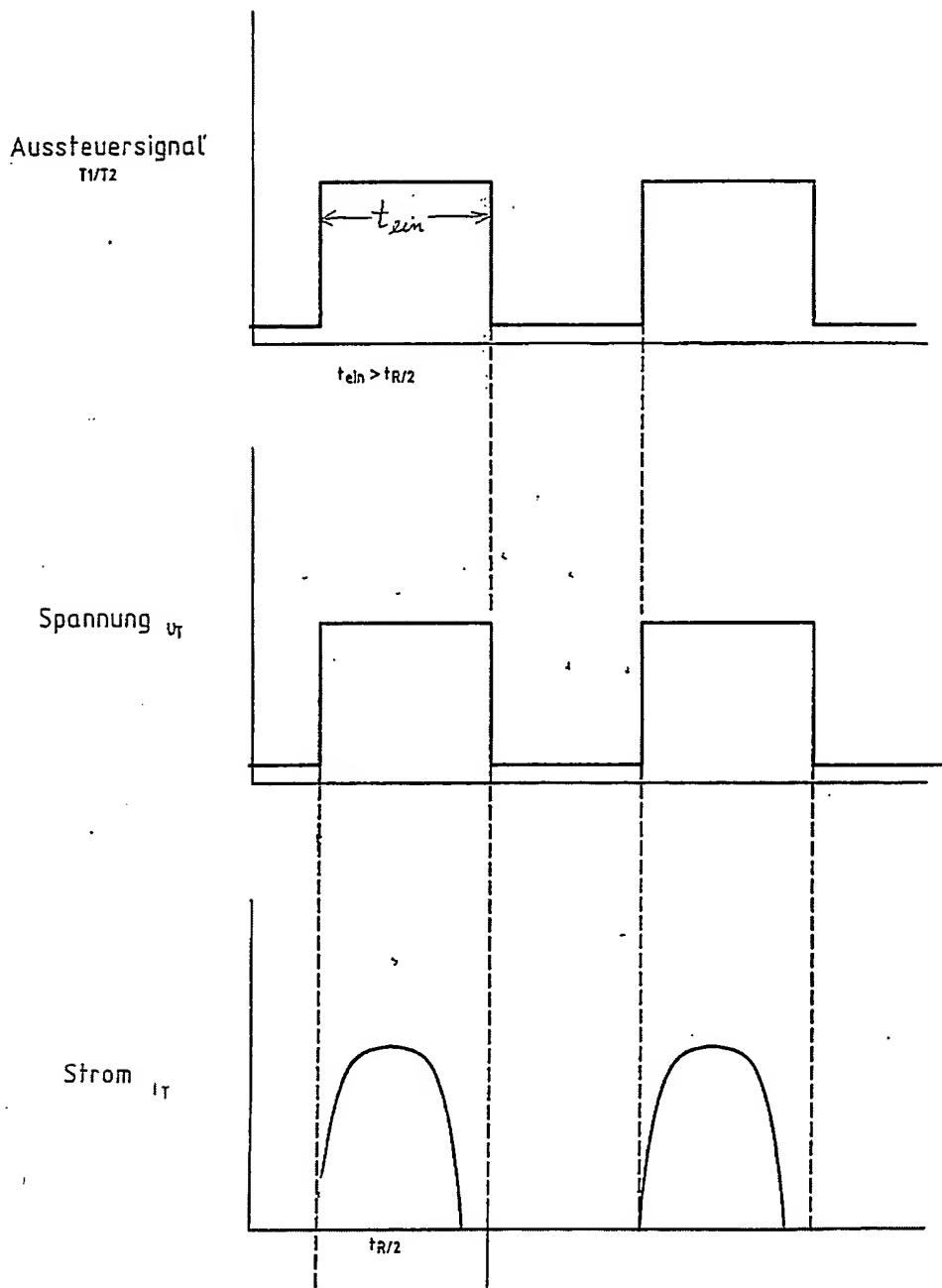
Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

**- Leerseite -**



$$f_R = \frac{1}{T_R} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_R C_R}} > \frac{1}{2\zeta_{min}}$$

FIGUR 1



FIGUR 2

$$f_R = \frac{1}{t_R} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_R C_R}}$$